

TI 模拟电路应用专栏竞赛

用超低功耗 MSP430 单片机设计 数据采集系统

西北工业大学 沈宝利

摘 要: 本文介绍了一种用 TI 的新型单片机 MSP430 设计的数据采集系统, 利用了 MSP430 超低功耗和集成度高的优点, 该系统非常适合于电池供电和空间受限的工作环境以及便携式应用场合。

关键词: MSP430; 数据采集系统; 超低功耗

MSP430 单片机简介

MSP430 是 TI 公司近几年推出的 16 位系列单片机, 其最早是面向于驱动 LED 显示的应用设计, 由于极好的应用效果和很大的市场潜力, TI 很快将其发展为通用单片机。现已有 X1XX、X3XX、X4XX 几个系列, 并且还在不断的发展。MSP430 作为一种新型的单片机, 采用了 TI 公司最新的低功耗技术, 使其在众多的单片机中独树一帜。MSP430 工作在 1.8~3.6V 电压下, 有正常工作模式 (AM) 和 4 种低功耗工作模式 (LPM1、LPM2、LPM3、LPM4), 在电源电压为 3V 时, 各种模式的工作电流分别为 AM: 340 μ A、LPM1: 70 μ A、LPM2: 17 μ A、LPM3: 2 μ A、LPM4: 0.1 μ A。单片机可以方便的在各种工作模式之间切换。MSP430 的超低功耗使其在电池供电、便携式设备的应用中表现出非常优良的特性。MSP430 也具有非常高的集成度, 单片集成了多通道 12 位的

A/D 转换、片内精密比较器、多个具有 PWM 功能的定时器、斜边 A/D 转换、片内 USART、看门狗定时器、片内数控振荡器 (DCO)、大量的 I/O 端口以及大容量的片内存储器, 可以满足绝大多数的应用需要。MSP430 的这种高集成度使应用人员不必在接口、外接 I/O 及存储器上花太多的精力, 而可以方便的设计真正意义上的单片系统。MSP430 的片内存储器有 ROM (C 型)、OTP (P 型)、EPROM (E 型)、Flash Memory (F 型) 4 种型号, 采用冯·诺伊曼结构, 因此, RAM、ROM 和全部的外围模块都位于

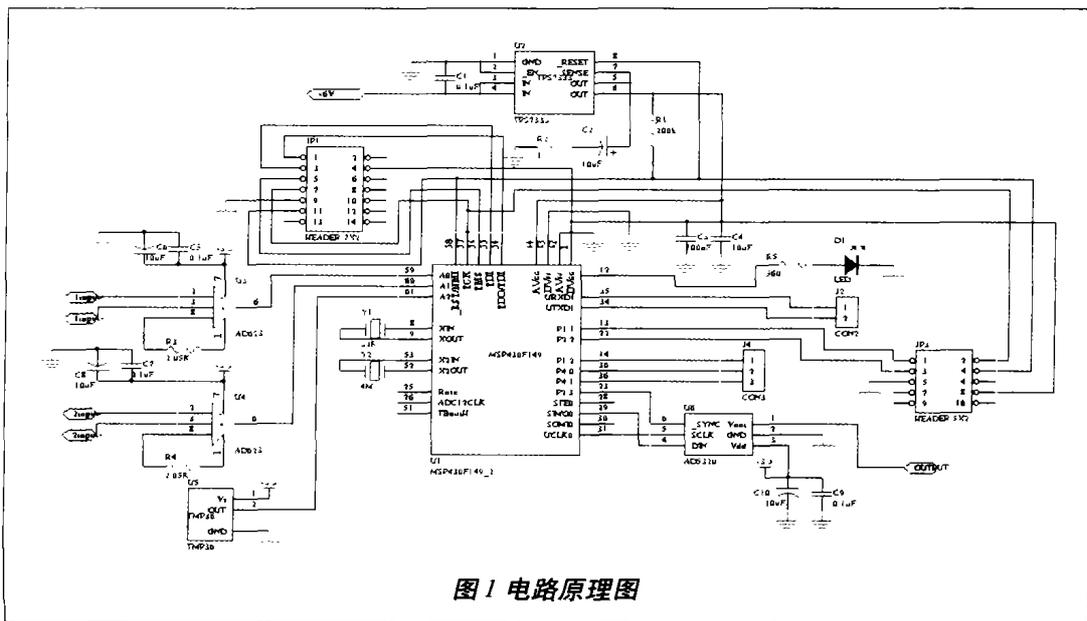


图 1 电路原理图

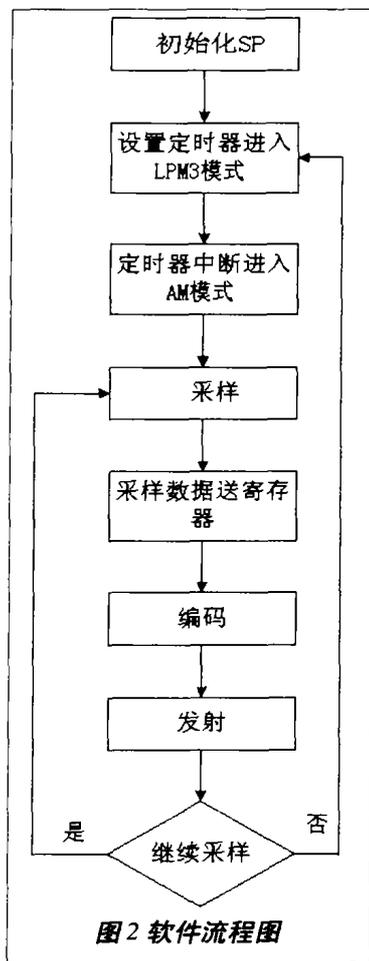


图2 软件流程图

同一地址空间内。

数据采集系统硬件设计

本设计所需要的数据采集系统为油井测量设备的井下部分，其安装在几千米深的油管底部，通过前端的传感器采集油井的温度和压力数据，编码后由后端的换能器经声信道发射到地面，完成对油井的监测。数据采集部分采用蓄电池供电，并要求在井下工作半年到一年的时间，因此，低功耗是整个系统的首要工作条件。另外，受油管可利用空间的限制，整个电路面积也要求尽量小。综上所述两点，采用MSP430单片机设计数据采集部

分为很好的选择。MSP430F149为x1xx系列中硬件集成度最高的产品，相对于其它的产品，它有了硬件乘法器、48个I/O端口、更多的定时器(10个)、更多的USART端口(2个)以及高达60KB的Flash、2KB的RAM，为MSP430系列中的首选产品。

MSP430提供多种晶振方案，设计采用了两种时钟输入，4MHz的高频晶振配置为CPU主系统工作时钟，32.768KHz的看门狗为外围系统工作时钟。输入通道为两路仪表放大器通路，输出通道为两路SPI驱动A/D转换芯片，同时，I/O端口提供电平控制。双面PCB板面积为6.5cm × 4.5cm。原理图见图1。

软件设计

MSP430的内核CPU结构是按照精简指令集和高透明指令的宗旨来设计的，使用的指令有硬件执行的内核指令和基于现有硬件结构的高效率的仿真指令。

MSP430F149仅仅有27条内核指令，使用起来非常方便。如下为初始化及触发I/O端口电平的程序示例：

```

#include "msp430x14x.h"
;-----
ORG 0F000h ; Program Start
;-----
RESET mov.w #0A00h,SP ; Initialize F149 stackpointer
StopWDT mov.w #WDTTPW+WDTHOLD,&WDTCTL ; StopWDT
SetupP1 bis.b #004h,&P1DIR ; P1.2 output
;
Mainloop xor.b #004h,&P1OUT ; Toggle P1.2
Wait mov.w #050000,R15 ; Delay to R15
L1 dec.w R15 ; Decrement R15
jnz L1 ; Delay over?
jmp Mainloop ; Again
;
;-----
; Interrupt Vectors Used MSP430x13x/14x
;-----
ORG 0FFFEh ; MSP430 RESET Vector
DW RESET ;
END
  
```

软件完成数据采集以及编码发射的功能，因为油管声信道的复杂性，数据保持在较低的发射速率。程序流程图见图2。■

参考文献

- 1 MSP430x1xx Family User's Guide. Texas Instruments
- 2 胡大可 MSP430系列超低功耗16位单片机原理与应用. 北京航空航天大学出版社

